УДК [591.472:591.471.31]:599

О. Я. Пылыпчук

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЧЛЕНОВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СУСТАВНЫХ ОТРОСТКОВ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫХ ПОЗВОНКОВ НЕКОТОРЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

С биомеханической точки зрения позвоночник представляет собой сложную открытую кинематическую цепь, состоящую из отдельных звеньев — позвонков. Позвонки соединяются друг с другом в трех точках: телами (посредством межпозвоночного диска) и двумя суставными отростками. От характера этих соединений зависит подвижность позвоночника, его эластичность и упругость, способность выдерживать значительные нагрузки. Межпозвоночные диски изучены сравнительно неплохо. Сведений же о соединениях краниальных и каудальных суставных отростков (processus articulares craniales et caudales) в литературе очень мало и сводятся они преимущественно к описанию формы и расположения самих отростков. Что же касается геометрии сочленовных поверхностей отростков, их соотносительных площадей и характера взаимных контактов, то таких данных в литературе мы не встречали, хотя вопросами функционального анализа суставных поверхностей других суставов, особенно у человека, исследователи интересовались давно.

Так, уже П. Ф. Лесгафт и И. П. Долбня (1897) дали довольно полную оценку функций простых суставов. В частности, они установили зависимость между величиной площади опоры в суставе и возможностью проявления силы при движении, т. е. зависимость между расположением мускулатуры, действующей на сустав, и формой суставной поверхности, а также зависимость между размерами поверхностей и степенью нагрузки на сустав. Фик (Fick, 1911) указал на зависимость между величиной сочленовной поверхности и подвижностью сустава. Он сравнил площади межпозвоночных дисков человека с высотой тел позвонков и высотой самих дисков. Изучались также форма и размеры фасеток, ориентация суставных отростков поясничных позвонков человека (Bakke, 1931; Zugschwerdt, Emminger, Biedermann, Zettel, 1955; Leger, 1959; Reichman, 1971 и др.). На основании измерений площади сочленовных поверхностей верхних и нижних суставных отростков позвоночника человека (7 случаев) были определены места наиболее подверженные травматологическим и дегенеративным изменениям. К сожалению, подобные исследования на млекопитающих не проводились.

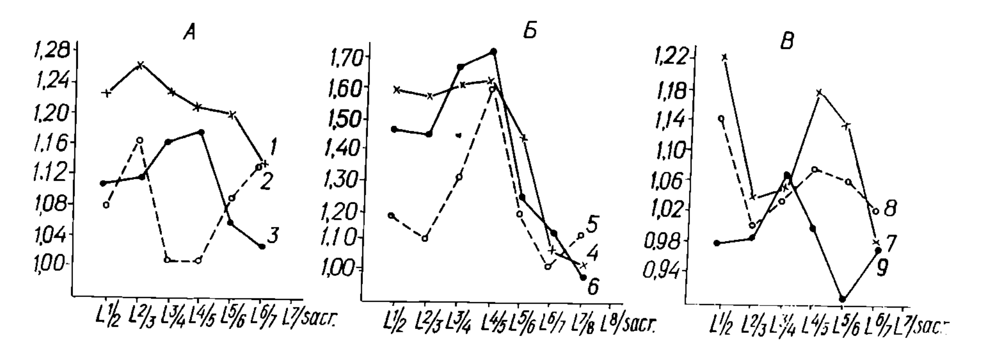
В связи с этим, изучая морфологию пояснично-крестцовых позвонков, мы определили площади сочленовных поверхностей суставных отростков и сравнили их размеры в каждом сочленении у стопоходящих: медведь бурый (*Ursus arctos* L.) — 3, бобр речной (*Castor fiber* L.) — 4 и макак резус (*Macacus resus* A.) — 3; пальцеходящих: лев (*Felis leo* L.) — 3, волк (*Canis lupus* L.) — 4 и собака домашняя (*Canis familiaris* L.) — 3; фалангоходящих: овца домашняя (*Ovies aries* L.) — 4, свинья домашняя (*Sus scrofa domestica* L.) — 3 и лошадь домашняя (*Equus caballus* L.) — 3. Исследования проводили по следующей методике: сочленовные поверхности краниальных и каудальных суставных отростков отпечатывали на алюминиевой фольге и вырезали. Эти отпечатки взвешивали на торзионных весах и их весовые показатели (в мг) пересчитывали на 1 см^2. Оказалось, что площадь краниальных отростков, как

Площадь сочленовных поверхностей краниальных и каудальных суставных отростков позвонков поясничного и крестцового отделов (см²)

Порядковый номер позвонка	Краниальные отростки		Каудальные отростки		Краниальные отростки		Каудальные отростки		Краниальные отростки		Каудальные отростки	
	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ	M ± m	σ
	Стопоходящие											
	Медведь бурый, n=3				Бобр речной, n=4				Обезьяна, n=3			
1	3,33±1,24	2,15	2,88±1,08	1,88	0,66±0,11	0,22	0,69±0,11	0,22	0,81±0,10	0 12	0,65±0,34	0,42
2	3,18±0,74	1,30	3,00±1,04	1,80	0,74±0,14	0,28	0,83±0,09	0,19	0,79±0,14	0,25	0,75±0,41	0,71
3	3,32±1,15	2,00	3,05±1,00	1,76	0,98±0,14	0,28	0,90±0,06	0,12	0,95±0,01	0,03	0,82±0,08	0,12
4	3,55±1,25	2,17	3,15±1,00	1 76	0,90±0,10	0,21	0,95±0,05	0,10	1,00±0,01	0,03	0,92±0,08	0,12
5	3,70±1,27	2,20	3,37±1,03	1,78	0,95±0,29	0,58	1,01±0,01	0,01	1,10±0,01	0,03	0,88±0,07	0,13
6	3,55±1,28	2,22	3,42±1,03	2,03	1,09±0,15	0,29	1,06±0,10	0,19	1,03±0,14	0,25	0,80±0,00	0,00
Sacr	3,52±1,46	2,55	—	—	1,23±0,02	0,04	—	—	0,90±0,00	0,00	—	—
	Пальцеходящие											
	Собака домашняя, n=3				Волк, n=4				Лев, n=3			
1	1,16±0,09	0,15	0,80±0,04	0,08	1,59±0,32	0,64	1,13±0,09	0,18	1,70±0,30	0,53	1,65±0,39	0,61
2	1,30±0,08	0,17	0,90±0,00	0,00	1,66±0,14	0,27	1,19±0,13	0,25	1,95±0,45	0,73	1,95±0,49	0,84
3	1,42±0,07	0,15	0,98±0,04	0,08	1,73±0,12	0,24	1,05±0,14	0,27	2,15±0,29	0,50	1,85±0,39	0,68
4	1,58±0,13	0,24	0,90±0,05	0,10	1,75±0,11	0,23	1,01±0,11	0,21	2,43±0,62	1,08	1,78±0,42	0,73
5	1,48±0,15	0,27	0,98±0,07	0,13	1,73±0,04	0,09	1,08±0,09	0,17	2,85±0,53	0,53	1,95±0,27	0,47
6	1,43±0,17	0,30	1,32±0,08	0,15	1,35±0,13	0,26	1,25±0,13	0,25	2,35±0,57	0,97	2,27±0,60	1,04
7	1,40±0,17	0,30	1,20±0,07	0,13	1,43±0,13	0,26	1,28±0,09	0,18	2,33±0,47	0,80	2,92±0,50	0,87
Sacr	1,23±0,11	0,20	—	—	1,26±0,20	0,40	—	—	3,28±0,76	1,33	—	—
	Фалангоходящие											
	Овца домашняя, n=4				Лошадь домашняя, n=3				Свинья домашняя, n = 3			
1	0,85±0,07	0,13	0,93±0,08	0,16	5,35±0,06	0,11	5,70±0,13	0,22	3,41±0,11	0,20	3,04±0,03	0,07
2	1,06±0,13	0,26	1,22±0,13	0,25	5,63±0,17	0,29	6,10±0,13	0,22	3,70±0,02	0,05	3,21±0,09	0,17
3	1,22±0,15	0,30	1,35±0,18	0,37	6,00±0,18	0,31	6,51±0,35	0,60	3,33±0,07	0,13	3,63±0,05	0,10
4	1,40±0,18	0,36	1,39±0,15	0,30	6,98±0,12	0,20	5,82±0,26	0,44	3,81±0,03	0,05	3,44±0,35	0,70
5	1,50±0,19	0,38	1,51±0,18	0,36	5,78±0,09	0,15	—	—	4,08±0,04	0,07	4,25±0,09	0,18
6	1,61±0,19	0,38	1,68±0,21	0,42	—	—	3,75±0,17	0,20	4,85±0,05	0,08	5,90±0,10	0,19
Sacr	1,55±0,18	0,36	—	—	3,67±0,34	0,58	—	—	5,75±0,07	0,12	—	—

правило, больше площади каудальных. Наименьшая площадь отростков у бобра речного, наибольшая — у лошади домашней (таблица).

Однако абсолютные величины мало показательны для характеристики межпозвоночных сочленений животных разных видов. Более показательны относительные величины или индексы. Сравнивая размеры сочленовной поверхности краниального отростка с таковыми каудального отростка в каждом сочленении, мы высчитали значение кранио-каудального индекса для стопо-, пальце и фалангоходящих (рисунок).



Изменение кранио-каудального индекса сочленовных поверхностей суставных отростков поясничных и крестцовых позвонков:

А — стопоходящие; *Б* — пальцеходящие; *В* — фалангоходящие; *1* — обезьяна; *2* — бобр речной; *3* — медведь бурый; *4* — собака домашняя; *5* — лев; *6* — волк; *7* — свинья домашняя; *8* — овца домашняя; *9* — лошадь домашняя (на ординате — кранио-каудальный индекс, на абсциссе — сочленения суставных отростков).

Прежде чем приступить к анализу полученных результатов, необходимо отметить, что характер соотношения сочленовных площадей в суставе, или индекс, хорошо объясним двумя основными положениями П. Ф. Лесгафта. Первое положение: чем больше нагрузка на сустав, тем больше в нем площадь опоры, т. е. в зависимости от величины нагрузки образуется та форма поверхности, которая обеспечивает нужную площадь контакта. Второе положение: подвижность сустава зависит от разности площадей сочленяющихся поверхностей, т. е. от «запаса» поверхности. Поэтому каждую кривую мы рассматриваем соответственно функциям межпозвоночных суставов — опорной и двигательной.

Из рисунка *А* видно, что у обезьяны и бобра максимальной подвижностью (вершины кривых 1 и 2) обладает 2-й межпозвоночный сустав поясницы. Каудально от него подвижность уменьшается у обезьян до крестца, а у бобра — до 4-го поясничного позвонка, а затем вновь возрастает. В обратной зависимости от подвижности находится прочность сочленений. У медведя максимальной подвижностью отличаются 3 и 4-й межпозвоночные суставы. Краниально и каудально от них подвижность уменьшается. Сопоставление кривых рисунка *А* показывает, что межпозвоночные суставы стопоходящих имеют различную функциональную приспособленность и их функция и строение зависят не только от типа опоры, но и от образа жизни животного.

Кривые рисунка *Б* весьма сходны и показывают, что у всех пальцеходящих основной размах движений обеспечивается средней частью поясницы (вершины кривых приходятся на 4-й сустав), затем подвижность суставов резко падает (5-й сустав) и совсем исчезает в последних межпозвоночных суставах. Межпозвоночные суставы начиная с 5-го постепенно расходятся, через них невозможно провести общую ось подвижности, и это служит «тормозом» межпозвоночных движений. Такие суставы являются только амортизаторами для толчков и сотрясений.

Кривые рисунка *В* указывают на сходство характера распределения подвижности и прочности в межпозвоночных сочленениях поясницы парнокопытных (овца, свинья). У лошади характер распределения иной. Очевидно, это объясняется тем, что сила толчков, передаваемых туловищу тазовыми конечностями при движении, у лошади больше, чем у других копытных. У лошади должна быть особенно большая прочность в месте соединения поясницы с крестцовой костью.

В каждой из трех групп исследованных животных имеются представители, кранио-каудальный индекс которых изменяется одинаково. В этих случаях максимальная подвижность характерна для 4-го межпозвоночного сустава, максимальная площадь опоры — для последнего межпозвоночного сустава. Однако размах и характер движений в межпозвоночных суставах зависит также от геометрической формы соприкасающихся поверхностей и от их ориентации. Сферические сочленовные поверхности пальцеходящих создают возможность движений в сагиттальной (сгибание, разгибание) и горизонтальной (боковые движения) плоскостях. Цилиндрическая форма суставных поверхностей копытных обеспечивает прочность поясничному отделу. Каудальные суставные отростки вправлены в краниальные, как ось во втулку колеса, в силу чего получаются очень крепкие замки. Межпозвоночные суставы у этих животных служат не столько для движения, сколько для смягчения действия толчков и сотрясений. Элементы прочности межпозвоночных суставов наблюдаются также и у стопоходящих, однако здесь ограничение подвижности суставов достигается за счет плоской формы сочленовных поверхностей.

Таким образом, размеры и форма сочленовных поверхностей суставных отростков пояснично-крестцовых позвонков свидетельствуют о том, что в этом отделе позвоночника сочетаются прочность и подвижность, причем места максимальной подвижности у различных животных неодинаковы. У исследованных нами млекопитающих в пояснично-крестцовом отделе позвоночника можно выделить три типа межпозвоночных суставов: а) плоские, конгруэнтные, с запасом поверхности на движение — полуподвижные суставы; б) цилиндрические, конгруэнтные, замкового типа — малоподвижные суставы; в) близкие к сферическим, с запасом поверхности на подвижность — наиболее подвижные сочленения.

Более полный функциональный анализ межпозвоночных суставов можно дать после сопоставления этих данных с рентгенологическими данными о подвижности пояснично-крестцового отдела, а также данными о толщине межпозвоночных дисков.

ЛИТЕРАТУРА

Лесгафт П. Ф., Долбня И. П. 1897. Теория простых суставов. Изв. СПБ лабаратории, т. II, в. 2, с. 22—44.

Bakke S. N. 1931. Rontgenologische Beobachtungen uber die Beweglichkeit der Wirbelsaule. Acta radiol. Suppl. 13. Stockholm., p. 1—87.

Fick R. 1911. Handbuch der Anatomie und Mechanick der Gelenke. I. Teil: Anatomie der Gelenke. III. Teil: Spezielle Gelenk — und Muskelmechanick. Fischer, Jena.

Leger W. 1959. Die Form der Wirbelsaule. Enke. Stuttgart.

Reichman S. 1971. The postnatal development of form and orientation of the lumbar inter-vertebral joint surfaces. Ztschr. Anat. und Entwicklungsgesch. Bd 133, N 1, p. 102—123.

Stoff E., Muller G. 1971. Eine vergleichende Analyse der Intervertebralgelenkflachen. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, Anatomischer Anzeiger, N 65, p. 355—363.

Zukschwerdt L., Emminger E., Biedermann F., Zettel H. 1955. Wirbelgelenk und Bandscheibe, Hippokrates, Stuttgart, p. 37—46.

Институт зоологии АН УССР

Поступила в редакцию
15.I 1975 г.

O. Ja. Pylypchuk

COMPARATIVE ANALYSIS OF ARTICULAR FACETS IN LUMBOSACRAL VERTEBRAE ARTICULAR PROCESSES FOR SOME MAMMALS

Summary

The area of articular facets of lumbosacral region articular processes was determined for 30 animals. The dimensions were compared in each articulation for representatives of plantigrades, digitigrades and unguligrades. It is established that the dimensions and shape of the facets of the lumbosacral vertebrae articular processes ensures the strength and mobility of this spinal region, the maximum mobility region being different in different animals. Three types of joints may be distinguished in the lumbosacral region of the examined animals: (a) semimobile joints plane, congruent, with a facet reserve for movement; (b) hinge joints — trochoid, congruent; (c) most mobile joints — close to spheroid, with a reserve for movement.

Institute of Zoology, Academy of Sciences,
Ukrainian SSR

УДК 595.773.4

Ю. Г. Вервес

К ИЗУЧЕНИЮ САРКОФАГИД (DIPTERA, SARCOPHAGIDAE) — ПАРАЗИТОВ НАЗЕМНЫХ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ

В 1972 г. на базе КГУ «Жуков хутор» Киево-Святошинского района Киевской обл. во влажных смешанных лесах было собрано 84 улитки семейства Succineidae и 164 — Helicidae. В полулитровые стеклянные банки со слоем песка на дне 2—3 *см*, закрытые пластмассовыми крышками с отверстиями диаметром 0,2—0,5 *мм*, помещали по 5 улиток. Землю в банках периодически увлажняли. Улиток подкармливали свежими листьями лопухов. В лаборатории поддерживали температуру 23—25° С и влажность 60—90%. В этих условиях из моллюсков вышли три саркофагиды.

24.VI 1972 г. в природе была найдена раковина улитки из семейства Helicidae, прикрепленная устьем к листу лопуха. Внутри раковины активно двигалась личинка мухи, поедая остатки моллюска. В лаборатории она окуклилась в почве садка 2.VII 1972 г. Пупарий перезимовал в садке. 16.III 1973 г. из него вышел самец *Heteronychia haemorrhoides* (Boett.).

2 улитки семейства Succineidae, найденные в лесу 15.VI и 17.VII 1972 г., погибли в лаборатории соответственно через 2 и 4 дня. Сквозь устья раковин были заметны личинки мух, которые питались трупами хозяев еще 2—3 дня. 19.VI и 24.VII личинки ушли в почву банок и окуклились. 4.VII вывелся самец, а 12.VIII — самка *Heteronychia vagans* (Mg.).

Попытки искусственно заразить улиток изъятыми из брюшек самок *H. vagans* зрелыми личинками путем помещения последних на поверхность ноги или головы моллюска были безуспешны. т. к. улитки обильно выделяют слизь, в которой личинки мухи быстро погибали.

Личинка, помещенная в дыхательное отверстие моллюска, сразу же вползла внутрь мантийной полости. Через 6 дней инвазированная таким образом улитка погибла, на 8-й день из ее останков вышла личинка мухи и окуклилась в почве на дне банки. Имаго вышло из пупария через 17 дней после начала окукливания.

Киевский государственный университет

Поступила в редакцию
6.IX 1974 г.